

Abstract of DE 196 14 470 A1

The German patent application DE 196 14 470 A1 concerns a method and a device for an active damping of irregularities or vibrations in the rotation of a shaft comprised in a metal cutting unit. It is proposed to achieve the active damping by means of a linear motor (L), which applies out of phase momentum impulses to the shaft.



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 14 470 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 16 F 15/18
B 23 Q 5/04
B 23 Q 5/54

⑳ Aktenzeichen: 196 14 470.1
㉔ Anmeldetag: 12. 4. 96
㉓ Offenlegungstag: 16. 10. 97

DE 196 14 470 A 1

㉑ Anmelder:
Oser, Erwin, Dr., 50670 Köln, DE

㉒ Erfinder:
gleich Anmelder

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur aktiven Dämpfung von Drehungleichförmigkeiten oder Schwingungen bei der spanenden Bearbeitung und beim Sägen fester Werkstoffe durch mit Hilfe eines Linearmotors gegenphasig aufgebrachte Momentenimpulse

⑤7 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine dazu geeignete Vorrichtung, Drehungleichförmigkeiten oder Schwingungen, die bei der spanenden Bearbeitung oder beim Sägen von Werkstücken durch unsymmetrische Momentenverteilungen um die Drehachse verfahrensbedingt entstehen, durch zeit- und phasenrichtige Gegenmomente aktiv zu dämpfen. Dabei sieht die Erfindung vor, die Gegenmomente mit Hilfe eines elektronisch angesteuerten Linearmotors aufzubringen, der entweder selbst als Antrieb benutzt wird oder allein als Dämpfungselement auf der Antriebsachse angebracht wird.
Bei den Verfahren der spanenden Bearbeitung fester Werkstoffe, wie Bohren, Fräsen, Drehen oder Sägen von Metallen, Holz, Stein, Keramik u. ä., sieht man sich zunehmend der Forderung ausgesetzt, im Prozeß möglichst glatte Schnittkanten zu erzeugen, die eine Nachbearbeitung überflüssig machen. Grund dafür ist zunächst die gewünschte Produktivität zu erhöhen, darüber hinaus jedoch auch eine bessere Materialausnutzung, wie insbesondere hinsichtlich der Schnittfugenbreite beim Sägen.
Diese Forderungen bereiten verfahrensbedingt immer dann technische Probleme, wenn durch den Kontakt Werkstück/Werkzeug ungleichförmige Momentenverteilungen um die Antriebsachse auftreten, wie beim unterbrochenen Schnitt für Bohren, Drehen und Fräsen, oder beim Sägen. Diese ungleichförmigen Momente werden üblicherweise durch eine höhere Steifigkeit der Maschinenkonstruktion als passiver Dämpfungsmaßnahme ...

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 97 702 042/255

3/24

DE 196 14 470 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und Vorrichtung zur Verbesserung der spanenden Bearbeitung und des Sägens fester Werkstoffe durch einen aktiven Abbau von Drehungleichförmigkeiten mit Hilfe elektronisch angesteuerter Linearantriebe.

Bei spanenden Bearbeitungsprozessen, wie Bohren, Fräsen, Drehen, oder beim Sägen fester Werkstoffe, wie Metalle, Holz, Stein, Keramik u.ä., werden immer höhere qualitative Anforderungen gestellt. Dies bezieht sich vor allem auf die Qualität der Schnitt- und Bearbeitungsflächen, um die geforderten Genauigkeiten mit möglichst wenig Bearbeitungsgängen erreichen zu können.

Wesentlich für die Qualität der Bearbeitungsflächen sind die im Prozeß verfahrens- oder geometriebedingt auftretenden unsymmetrischen Momentenverteilungen um die Antriebsachse, die ggf. zu Schwingungen von Werkzeug und Werkstück führen, die den Qualitätsbildungsprozeß an der Kontaktfläche negativ beeinflussen.

Um die Qualität der Bearbeitungsflächen zu verbessern, sind unterschiedliche Maßnahmen möglich: Änderung der Kontaktflächen durch Umgestaltung der Werkzeuge, wie etwa Gestaltung von Schneidflächen, oder die Erhöhung der Steifigkeit von Maschinenkonstruktionen, bei denen Ungleichförmigkeiten passiv von Konstruktionselementen aufgenommen werden.

Nachteilig ist hier, daß der Aufwand für die passiven Maßnahmen mit den höheren Anforderungen überproportional ansteigt, wodurch nicht nur technisch, sondern auch wirtschaftliche Grenzen gesetzt sind. Außerdem bedeutet beim Sonderfall "Sägen" die übliche Maßnahme "Verstärkung des Säge-Stammblasses", daß die Schnittfuge zwangsläufig mit den daraus folgenden wirtschaftlichen Nachteilen verbreitert wird.

Elektronisch angesteuerte Linearantriebe eröffnen neue Möglichkeiten zur aktiven Dämpfung von Drehungleichförmigkeiten oder Schwingungen, indem mit Hilfe des Linearmotors zusätzlich zum normalen Drehantriebsmoment den Ungleichförmigkeiten entgegengerichtete Drehmomente eingebracht werden. Abhängig von der erreichbaren Zeitauflösung kann dies in einem direkten Regelkreis phasenrichtig auf momentane Störmomente erfolgen, oder abhängig von der Drehzahl aufgrund vorgegebener Einwirkungsprogramme.

Der Linearmotor bietet darüber hinaus die Möglichkeit, abhängig von der Richtung des anzubringenden Korrekturmomentes die Verzögerungsenergie zu speichern. Diese gespeicherte Energie kann dann bei der Erzeugung eines positiven Momentes unmittelbar wieder genutzt werden. Durch diese Speicherfunktion entfällt die Notwendigkeit größerer eigenständiger Energiespeicher und das damit verbundene Bauvolumen.

Beispiel: Aktive Dämpfung mit Linearmotor beim Sägen

Steigende Anforderungen an die Schnittqualität (glatte Schneidkanten, schmale Schnittfugen), schwierigere Trennaufgaben (Sandwich-Strukturen) und verbesserte Werkzeuggeometrien (bombierte Sägezähne) erfordern über die herkömmliche passive Stabilisierung des Sägeblattes hinaus neue technologische Ansätze. Hier bietet eine aktive Dämpfung mit Hilfe von Linearmotoren neue Wege.

Das Sägen als Bearbeitungsprozeß zeichnet sich in dieser Hinsicht dadurch aus, daß geometriebedingt

durch das scheibenförmige Sägeblatt ein zu Schwingungen neigendes System vorliegt, in dem durch die Bearbeitungsaufgabe selbst Schwingungen durch ungleichförmige Belastungen hervorgerufen werden. Die üblichen passiven Maßnahmen, wie insbesondere Verstärkung des Stammblasses, haben verfahrensbedingte Nachteile im Hinblick auf die Breite der Schnittfuge, so daß dieser Weg im Zielkonflikt mit einer günstigen Materialausnutzung liegt.

Insbesondere bei der Trennung von Holz, Metallprofilen, Sandwich-Strukturen oder Kunststoffen für die mit Erfolg Sägeblätter mit bombierten Zahngeometrien eingesetzt wurden, bieten Maßnahmen der aktiven Dämpfung zusätzliche Verbesserungspotentiale.

In der nachfolgenden Abbildung ist das Prinzipschaubild der erfindungsgemäßen Anordnung wiedergegeben:

Das Sägeblatt S wird durch den Motor M angetrieben. Auf der Welle ist ein Linearmotor L angeordnet, der mit Hilfe einer Steuerelektronik mittels elektromagnetischer Impulse der Welle zusätzliche Drehmomente aufträgt.

Die Steuerelektronik wird über einen Sensor Se angesteuert, der entweder Drehzahl oder momentane Drehungleichförmigkeiten als aufgeprägte Schwingungen ermittelt. Das zeitliche Auflösungsvermögen der Steuerelektronik ist so ausgelegt, daß momentane Impulse phasenrichtig so aufgeprägt werden können, daß die Zusatzmomente den auftretenden Schwingungen entgegengesetzt sind.

In einer alternativen Ausgestaltung kann der Linearmotor auch unmittelbar als Antriebsaggregat genutzt werden; in diesem Fall könnte auf den Motor M ganz verzichtet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur aktiven Dämpfung von Drehungleichförmigkeiten oder Schwingungen durch Einsatz eines Linearmotors bei der spanenden Bearbeitung oder beim Sägen fester Werkstoffe.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bearbeitungssystem aufgrund der speziellen Aufgabe, z. B. unterbrochener Schnitt beim Fräsen, Drehen, Bohren, oder grundsätzlich geometriebedingt, wie beim Sägen, zur Auslösung von Drehungleichförmigkeiten oder Schwingungen neigt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Linearmotor auf die Antriebswelle phasenrichtig korrigierende Drehmomente so aufgeprägt werden, daß etwaige Drehungleichförmigkeiten oder Schwingungen reduziert werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuersignal für die Drehmomentimpulse über einen Sensor in Zeitverhalten und Größe erfaßt und über eine Steuerelektronik ein angepaßter dämpfender Drehmomentenimpuls ausgelöst wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zu bearbeitende Werkstoff Metall ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zu bearbeitende feste Werkstoff Holz oder Holzprodukte sind.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zu bearbeitende feste Werkstoff

Stein oder Keramik sind.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zu bearbeitende feste Werkstoff ein Verbund aus Metall, Kunststoff, Holz oder Stein, insbesondere in Form einer Sandwich-Struktur ist. 5

9. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung fortgeschrittener Sägewerkzeuge, z. B. mit bombierten Schneidezähnen, mittels aktiver Dämpfung eine zusätzliche Verbesserung bei Planlaufabweichung, Rauigkeit der Schneidkanten und Kantenausbruch erreicht wird. 10

10. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Linearmotor auf der Antriebswelle getrennt vom eigentlichen Antriebsmotor angeordnet ist. 15

11. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Linearmotor selbst als Antriebsaggregat verwendet wird. 20

12. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor, der die Steuerungselektronik ansteuert, die Drehzahl erfaßt und die Dämpfungsimpulse aus einem vorab ermittelten Steuerungsprogramm entnommen werden. 25

13. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor die momentanen Drehungleichförmigkeiten erfaßt und über die Steuerungselektronik die zugehörigen Dämpfungsimpulse zeit- und phasenrichtig mittels des Linearmotors auf die Welle übertragen werden. 30

14. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Speichervermögen des Linearmotors dazu genutzt wird, die Energie aus Abbremsmomenten zurückzugewinnen und zu speichern, so daß diese Energie bei der Erzeugung der positiven Impulse wieder genutzt werden kann. 35

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

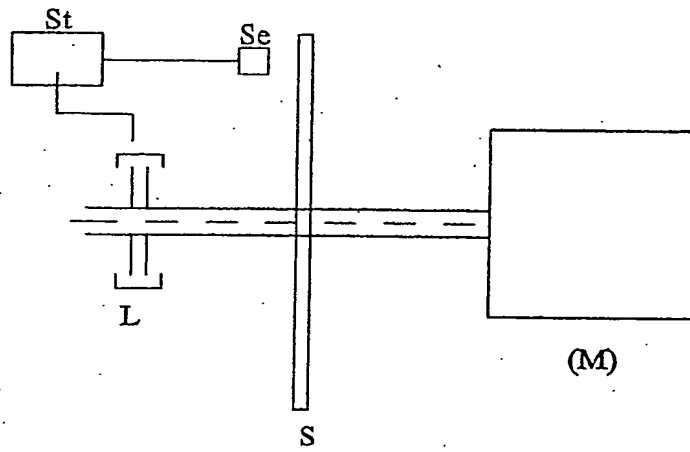


Abbildung: Aktive Dämpfung mit Hilfe eines Linearmotors beim Sägen (Prinzipskizze)